

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 06.10.89.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 12.04.91 Bulletin 91/15.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *NICOLITCH société anonyme — FR.*

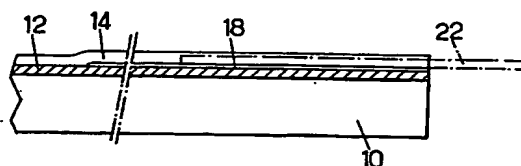
⑦2 Inventeur(s) : *Olive Jean-Louis.*

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : *Cabinet Plasseraud.*

⑤4 Feuille de chauffage électrique et procédé de fabrication d'une telle feuille.

⑤7 La feuille, utilisable par exemple pour constituer des réchauffeurs, comporte un substrat transparent (10) en matériau électriquement isolant, une couche (12) de matériau conducteur homogène de faible épaisseur, et une pellicule (14) transparente de protection. La couche est recouverte à sa périphérie, au moins en deux zones, d'une marge (18) en matériau conducteur ayant une résistance au carré inférieure d'au moins deux ordres de grandeur à celle de la couche (12).



FR 2 652 980 - A1



La présente invention concerne les feuilles de chauffage électrique par effet Joule comprenant un substrat transparent en matériau électriquement isolant et un élément chauffant déposé sur le substrat.

On connaît déjà des feuilles souples de ce type dans lesquelles l'élément de chauffage est constitué par une piste sinueuse déposée sur le substrat et terminée par des zones de raccordement à un circuit d'alimentation extérieur.

Ces feuilles ont divers inconvénients. Le dépôt du tracé conducteur par sérigraphie exige un masque relativement complexe. La feuille n'est pas chauffée de façon homogène. Pour que l'élément chauffant n'ait pas une résistance excessive, il doit avoir une épaisseur telle qu'il n'est plus transparent.

On connaît par ailleurs des feuilles souples et transparentes constituées d'un substrat isolant et d'une mince couche conductrice. Ces feuilles, dont le coefficient de transmission de lumière peut atteindre et dépasser 80 %, du moins dans certaines régions du spectre optique, ne sont utilisables que pour constituer des blindages électromagnétiques et/ou électrostatiques, du fait de l'impossibilité de les relier à un circuit d'alimentation électrique permettant une répartition homogène des courants dans l'ensemble de la couche.

La présente invention vise à fournir une feuille souple et transparente de chauffage électrique par effet Joule du type ci-dessus défini, répondant mieux que celles antérieurement connues aux exigences de la pratique, notamment en ce qu'elle permet un chauffage homogène et un raccordement facile à une source extérieure d'énergie

électrique.

Dans ce but l'invention propose une feuille comprenant un substrat transparent en matériau électriquement isolant, une couche de matériau conducteur homogène, présentant avantageusement une résistance au carré comprise entre 5 et 60 Ohms, recouverte par une pellicule transparente de protection, ladite couche étant recouverte à sa périphérie, au moins en deux zones, d'une marge en matériau conducteur ayant une résistance au carré inférieure d'au moins deux ordres de grandeur à celle de la couche.

Dans une telle feuille, les marges jouent le rôle de bus de répartition du courant électrique et évitent des densités de courant local élevées qui se traduiraient par une destruction rapide. Ces marges peuvent être réalisées par de nombreux procédés. Elles peuvent être faites en sérigraphie à l'aide d'une pâte conductrice contenant de l'argent ou un autre métal de faible résistivité. On peut également les constituer par dépôt local de préparation par voie chimique puis dépôt électrolytique. On peut également utiliser la pulvérisation sous vide de métaux conducteurs à travers un masque protégeant la partie qui doit rester résistive. Dans tous les cas, la puissance absorbée dans les marges sera en règle générale inférieure à 5 % de la puissance totale dissipée dans la feuille.

On peut donner aux feuilles suivant l'invention des formes très diverses et de nombreuses applications. A titre d'exemples non limitatifs on peut citer la constitution de réchauffeurs pour hublot d'aéronef ou de caissons d'observation en laboratoire, et le maintien à température convenable de panneaux d'affichage à cristaux liquides de grande taille. Les feuilles suivant l'invention peuvent être capables de fonctionner dans une très large plage de températures, depuis des températures cryogéniques.

L'invention a également pour objet la fabrication de feuilles de chauffage du type ci-dessus défini, par un

procédé suivant lequel on dépose, sur un substrat transparent en polyester ou polyéthylène, la couche de matériau conducteur par sérigraphie ou vaporisation sous vide, puis les marges par sérigraphie.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de modes particuliers de réalisation, donnés à titre d'exemples non limitatifs. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma de principe d'un fragment de feuille de chauffage selon un mode particulier de réalisation de l'invention, représenté en coupe, l'échelle n'étant pas respectée pour plus de clarté ;

- les figures 2, 3 et 4 montrent trois dispositions possibles de marges sur une feuille de chauffage selon l'invention ;

- la figure 5 est un schéma en perspective et en coupe, montrant un mode possible de fixation de contacts sur une marge ;

- la figure 6, similaire à la figure 1, montre une variante de réalisation.

La feuille de chauffage dont un fragment est montré schématiquement en figure 1 comporte un substrat 10 de faible épaisseur, en matériau transparent, souple et électriquement isolant, portant une couche adhérente 12 en matériau électriquement conducteur, suffisamment mince pour être également transparente, recouverte par une pellicule transparente 14 de protection.

Dans la pratique, le substrat 10 sera généralement constitué par une feuille de matériau thermoplastique d'épaisseur comprise entre 200 microns et 2 millimètres, une épaisseur faible étant souhaitable pour réduire l'inertie thermique et la résistance à l'écoulement de la chaleur dans le sens transversal. On peut notamment utiliser les polyesters et polyéthylènes.

La couche de matériau conducteur a une épaisseur beaucoup plus faible que celle du substrat. Dans la

pratique son épaisseur est de l'ordre du micron et elle est constituée en un matériau tel que la résistance de surface soit comprise entre 5 Ohms ( surtout dans le cas où on augmente la résistance de la couche en la fractionnant) et 60 Ohms au carré. La couche est généralement constituée en mélange d'étain et d'oxyde d'indium, déposé par des procédés connus, tels que l'évaporation et le dépôt sous vide. Pour ajuster la résistance de surface, un dépôt de métal noble, tel que l'or ou l'argent, de quelques centaines de nanomètres d'épaisseur, peut être juxtaposé à la couche.

La fragilité de la couche 12 fait qu'il est préférable de la protéger. On utilise pour cela une pellicule transparente 14 en matériau électriquement isolant, qui peut être de nature similaire à celle couramment employée pour protéger les émulsions de films photographiques. Cette pellicule, en "mylar" par exemple, peut être fixée par thermoscellage à une température de 120°C environ.

On peut également constituer la pellicule adhérente par sérigraphie, collage ou colaminage.

Il est nécessaire que le courant électrique de chauffage se répartisse de façon sensiblement uniforme dans la couche résistante 12. Pour cela, cette couche 12 porte, au moins en deux zones opposées de sa périphérie, une marge en matériau conducteur ayant une résistance au carré inférieure d'au moins deux ordres de grandeur à celle de la couche, connectable à un circuit extérieur d'alimentation et constituant un bus de répartition homogène du courant électrique.

Dans le mode de réalisation de la figure 2 par exemple, où la feuille est rectangulaire, les marges 16 et 18, dont la largeur est généralement de quelques millimètres, sont disposées sur deux côtés opposés.

Dans le mode de réalisation de la figure 3, la couche isolante 12, et elle seule, est fractionnée par une rainure 20 débouchant sur un côté de la feuille et encadrée par les deux marges 16a et 18a. La rainure peut être

constituée dès le dépôt de la couche, par masquage, ou être ultérieurement gravée. Il est préférable de prévoir un arrondi au bout de la rainure pour éviter les contraintes d'origine mécanique ou électrique.

Dans le mode de réalisation de la figure 4, la feuille est de forme circulaire et les marges 16 et 18 sont en forme de tronçons annulaires.

D'autres formes encore, éventuellement plus complexes sont possibles et on peut même alimenter la couche en triphase à partir de trois marges.

Chaque marge est munie de moyens pour le raccordement à une alimentation électrique, le point (ou les points) de connexion pouvant être placé à n'importe quel emplacement de la marge. La liaison peut notamment être constituée par un fil soudé directement sur la marge, par un pavé de matériau conducteur auquel un fil ou un contact peut être fixé, par un contact agrafé, ...etc.

La puissance maximale que permet de dissiper une feuille ainsi constituée dépend de son mode d'utilisation. Lorsque la feuille est placée dans l'air, par exemple à proximité d'une surface vitrée ou d'un hublot de façon à jouer un rôle similaire à celui d'un double vitrage, la puissance dissipable est généralement d'environ  $10 \text{ W/dm}^2$ . Lorsque la feuille est plaquée sur un support, par exemple entre deux parois transparentes, la puissance dissipée peut atteindre  $20 \text{ W/dm}^2$ , du fait du transfert de chaleur par conduction. Si enfin la feuille est collée sur un support, ce qui élimine toute lame d'air entre le support et la feuille, la puissance dissipable peut atteindre  $30 \text{ W/dm}^2$  environ. La colle utilisée doit être transparente. On peut utiliser notamment des graisses au silicone. Une autre solution encore consiste à coller la feuille par voie thermique, lorsqu'on utilise un substrat en polyester ou en polyéthylène. Le réchauffeur peut être percé pour permettre sa fixation mécanique sur un support.

On décrira maintenant, à titre d'exemples, divers

modes possibles de fabrication de feuilles.

Le produit de départ est constitué par le substrat, présentant la forme à donner à la feuille. La couche 12 est déposée sur ce substrat, par exemple par pulvérisation sous vide de métaux ou d'alliages métalliques.

Les marges ou margelles de connexion 16, 18 peuvent être réalisées par divers processus. On peut notamment les constituer par sérigraphie à l'aide d'une pâte conductrice. On peut notamment utiliser des pâtes à base de phtalate ou de résines acryliques, contenant de l'argent. La pâte est ensuite polymérisée pour la fixer mécaniquement sur la couche. Un mince dépôt de métal tel que l'or ou le cuivre peut être ajouté, par exemple par voie électrolytique ou par vaporisation sous vide dans le cas de l'or.

Une fois les marges ainsi constituées, un fil de cuivre peut être fixé à l'aide d'une brasure étain-plomb ou avec un alliage à bas point de fusion. Au lieu d'un fil 22, on peut réaliser une jonction à l'aide d'un pavé métallique muni d'un fil de raccordement. Un tel pavé, en alliage fer-nickel-cobalt par exemple muni d'un revêtement d'or destiné au soudage d'un fil, peut être placé sur la pâte conductrice avant polymérisation.

Une autre solution encore (figure 5) consiste à utiliser un pavé 24 agrafé sur le bord du substrat 12 à l'aide de griffes 26. Cette solution exige une marge plus épaisse que dans le cas précédent, pratiquement de l'ordre de 50 microns. Le pavé peut comporter une broche de raccordement 28 et constituer connecteur.

La pellicule 14 de protection et d'isolement de la couche 12 peut être réalisée de plusieurs façon, notamment par sérigraphie au moyen d'une encre transparente et isolante du point de vue électrique ou par dépôt d'une pellicule transparente de protection, fixée dans un appareil de lamination si la pellicule est recouverte d'un adhésif thermoplastique, sous presse si la pellicule est recouverte d'un adhésif polymérisable.

Dans le cas où on utilise un pavé 24 pour réaliser les connexions, la pellicule est localement enlevée, suivant une technique qu'on peut qualifier de "déterrage du pavé" pour donner accès aux connections de sortie.

Il est possible d'empiler l'une sur l'autre plusieurs structures du genre défini ci-dessus. Dans un autre mode encore de réalisation, montré en figure 6, deux substrats 10 portant chacun une couche résistante 12 encadrent une pellicule 30 portant sur ses deux faces un adhésif 32. Il existe déjà dans le commerce des pellicules de polyester transparentes portant de l'adhésif sur chaque face, utilisables pour réaliser une telle feuille chauffante.



## REVENDEICATIONS

1. Feuille transparente de chauffage électrique par effet Joule comprenant un substrat (10) transparent en matériau électriquement isolant, une couche (12) de matériau conducteur homogène et une pellicule transparente de protection (14) en matériau isolant, recouvrant la couche, caractérisée en ce que ladite couche (12) est recouverte à sa périphérie, au moins en deux zones, d'une marge en matériau conducteur (16,18) ayant une résistance au carré inférieure d'au moins deux ordres de grandeur à celle de la couche.

2. Feuille selon la revendication 1, caractérisée en ce que la couche a une résistance au carré comprise entre 5 et 60 Ohms.

3. Feuille selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le substrat est constitué en polyéthylène ou polyester, la couche est constituée d'un mélange d'oxyde, d'indium et d'étain ayant une épaisseur de l'ordre du micron, et la pellicule de protection est rapportée ou constituée par sérigraphie.

4. Feuille selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisée en ce que chaque marge a une épaisseur de quelques microns et porte localement des fils de contact brasés.

5. Feuille selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisée en ce que chaque marge porte un pavé de métal conducteur servant de connexion de sortie.

6. Feuille selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisée en ce que chaque marge porte au moins un pavé (24) fixé par agrapage.

7. Feuille selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la couche (12) est fractionnée par au moins une rainure.

8. Procédé de fabrication d'une feuille selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en

ce que ladite couche (12) est déposée sur le substrat (10) par pulvérisation sous vide et en ce que les marges sont réalisées par sérigraphie d'une pâte conductrice, la résistivité des marges par rapport à celle de la couche étant telle que la puissance absorbée dans les couches ne dépasse pas 5 % de la puissance totale absorbée par la feuille.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que la pellicule isolante est réalisée par sérigraphie à l'aide d'une encre transparente et électriquement isolante ou par fixation d'une pellicule continue à l'aide d'un adhésif thermoplastique ou polymérisable.

10. Procédé de fabrication selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que deux substrats (10) portant chacun une couche résistante (12) sont fixés des deux côtés opposés d'une pellicule portant un adhésif sur chacune de ses faces.

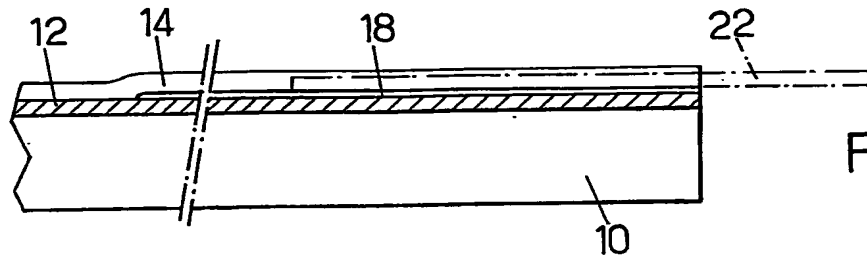


FIG. 1.

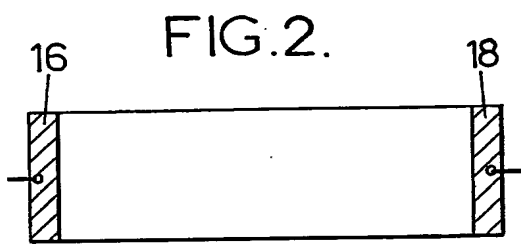


FIG. 2.

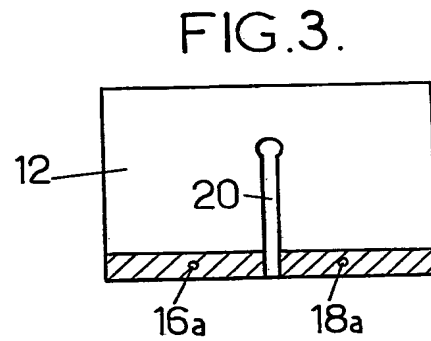


FIG. 3.

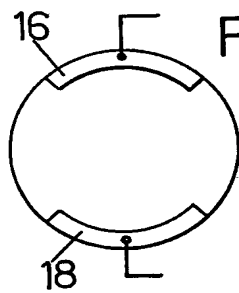


FIG. 4.

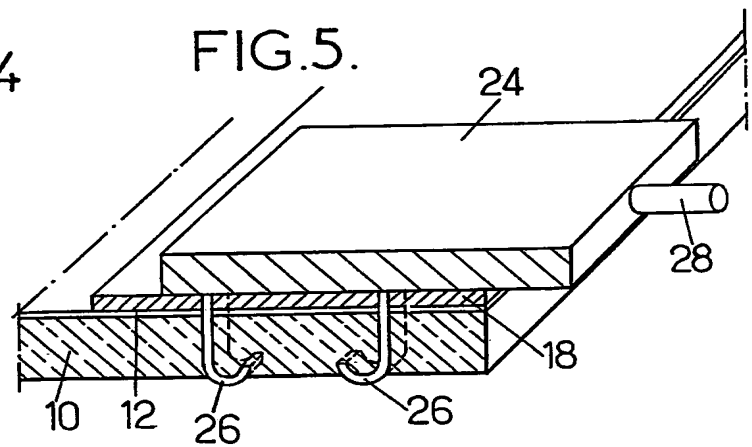


FIG. 5.

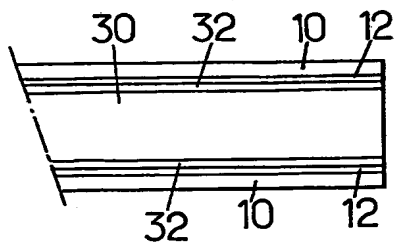


FIG. 6.

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLERAPPORT DE RECHERCHE  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la rechercheFR 8913094  
FA 436588

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	US-A-4323726 (CRISS) * colonne 4, ligne 28 - colonne 4, ligne 52 * * colonne 5, ligne 30 - colonne 5, ligne 66 * * colonne 6, ligne 20 - colonne 6, ligne 60; figures 1, 2 *	1, 5
A	-----	8
A	DE-A-3418612 (TOYODA GOSEI) * le document en entier *	1-3, 8, 10
A	EP-A-025755 (SAINT-GOBAIN) -----	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		H05B B60S B60R
Date d'achèvement de la recherche 26 JUIN 1990		Examineur SPEISER P.
<div>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</div> <div>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document Intercalaire</div> <div>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- &amp; : membre de la même famille, document correspondant</div>		

EPO FORM 1503 (01.82) (P0412)

1

BEST AVAILABLE COPY